太陽光発電を用いた夜間照明の製作事例

三浦　幸喜*

1.　はじめに

本学水沢校キャンパスでは学生向けの掲示板が校舎内に設けてあるが，地域の方々や入学希望者など学外者に向けた掲示板の設置がなかった．そこで，学外者が見やすい形で正門付近に屋外掲示板を設置することとなった．正門付近は夜間の明るさが十分でなく掲示の内容が見にくいので照明を設置する必要があるが，校舎から離れた場所で電源確保が容易な位置ではない．この事例では，太陽電池を用いた独立型電源で掲示板照明を設置することが有効と考えられた．

太陽光発電は地球温暖化問題や原子力発電停止以降の厳しい電力エネルギー事情の中，クリーンな再生可能エネルギーとして注目されている．日頃，電気技術について訓練を受けている本学の学生が太陽光発電について理解を深めることや，卒業後も長く学校で使われるものを残すことを目的に卒業研究製作として本設備を設置することとした．本稿では，その事例について紹介する．

2.　設備概要

2.1　システム構成

図 1 が製作したシステム構成図である．日中，太陽光パネルで発電した電力を蓄電池に充電し，日没後に放電する．インバーターで DC12V を AC100V に変換して掲示板内の照明を点灯するという一般的なものである．点灯時間は学校事務局と学生で協議し，日没後 5 時間と設定した．

2.2　照明器具

設置する掲示板の内寸は 1760mm であり，その上部には 32W 直管形蛍光灯を取り付けることができる程のスペースがある．器具はそのスペースに収納可能なもので板面全体を均一に明るく照明

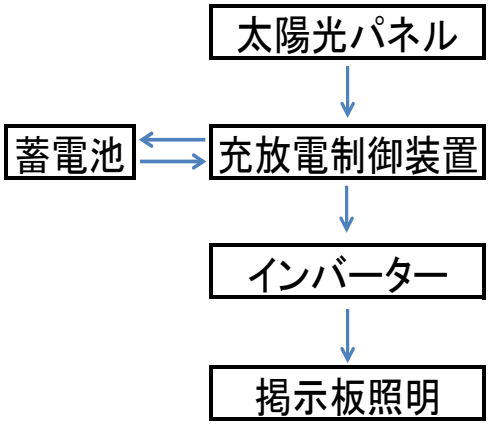

図 1　システム構成図

できるものとし，省電力で普及が進んでいる LED 灯 100V20W を使用した．LED 灯はランプ寿命が 40000 時間と長いので電球交換について心配する必要がない．当初，システムをシンプルにするため，DC12V の蓄電池電圧で直接点灯する器具を探したが，明るさや形状などが適当な器具を見つけることができなく，一般的に施設設備に使われる AC100V の照明器具から選定した．学生は自分でゼロから物を製作することが初めてであり，照明器具一つ選ぶことでも様々な要素を考える必要があることを実感した．

2.3　太陽電池

負荷の消費電力と日照時間が短い冬期間の予想発電量及び効率等から必要な発電容量を計算して，パネルは 150W のものを購入した．単結晶 50W のパネルを 3 枚並列に接続し，故障や破損した場合には部分運用及び部分改修可能なものとしている．

冬期間の予想発電量は，本校の屋上に学校電気設備の一部として既に設置してある太陽光発電設備の発電実績データから算出した．全国日射量データベース等を使用する方法もあったが，本学に

* 電気技術科

表１　既設太陽光発電設備実績データ

	一日の発電量（Wh）	一日の日照時間（ｈ）
2009 年 12 月	3238	1.53
2008 年 12 月	4028	1.90
2007 年 12 月	2563	1.21
平均	3276	1.55

パネルの発電容量：2110(W)

実際に設置されている設備の実績データを整理分析することで学生の太陽光発電システムに関する理解が深められる効果を期待した．表１がその実績データである．その結果，予想発電量はパネルの定格出力の 1.55 時間分の発電量を見込むこととした．この値が低い評価であったため，パネル容量に余力が生じることとなった．

表２に太陽光パネル１枚のメーカー仕様を示す．図２は太陽光パネル３枚を並列接続して学生が実際に測定した特性である．太陽光パネルの出力は動作電圧で変動する．このパネルが最大出力となるのは 18V であるが，本システムでは蓄電池の適正使用電圧に合わせた 11.0V～14.5V での運用となる．今回の充電制御は，最大電力点を追従する制御方式でなく，蓄電池の充電電圧により太陽光パネルの電圧, 電流が決まることとなる. よって，実際の出力は最大出力の 80%程度と想定される．

2.4　蓄電池

蓄電池は，入手しやすさ，使用実績，安定性及び安全性などから鉛蓄電池を選んだ．中でも充放電を繰り返す用途に向いており寿命が長い，ディープサイクルの密閉型ゲルバッテリーを使用した．

表２　太陽光パネルの仕様

公称最大出力	50W
最大出力動作電圧	18V
最大出力動作電流	2.78A
開放電圧	22.19V
短絡電流	3A

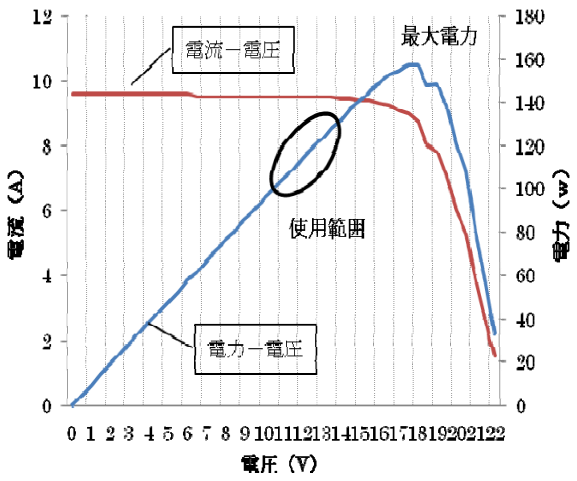

図２　太陽光パネルの特性

システムの中で寿命が一番短いのが蓄電池であり，学生が今回の蓄電池を選定するにあたって最も留意したのがこの点である．カタログではスタンバイ使用での期待寿命が 7～10 年とされているが，今回のような使用形態での寿命が何年になるかは，今後の経過を見ていく必要がある．また，この蓄電池は補水の必要がなく保守管理が容易な特徴も有する．

負荷容量と点灯時間から計算して，蓄電池の容量は 100AH とした. 日照時間が短い冬期間で天候不順により連続して充電ができない期間を 5 日，また，電池寿命に大きく影響する最大放電深度を 50%と想定した．充電できない日が連続して起こらない状態においてはバッテリー容量に余裕があるが，その場合は放電進度が浅くなるので，バッテリー寿命には有利にはたらくこととなる．

2.5　充放電制御装置

充放電制御装置は，蓄電池を良好な状態で使用できるように充放電をコントロールする機能と照明の点滅制御機能及び過電流等の保護機能を持つ. 鉛蓄電池は過放電や過充電により電極が劣化し寿命が短くなる．そのため，蓄電池電圧が 11.0V から 14.5V の範囲で使用されるよう制御する. また，11.0V は今回使用したインバーター装置の使用最低電圧でもある. 日没とともに照明を点灯するが，その判断は太陽光パネルの出力電圧の低下で行っている．点灯開始 5 時間後にタイマーにより消灯する．

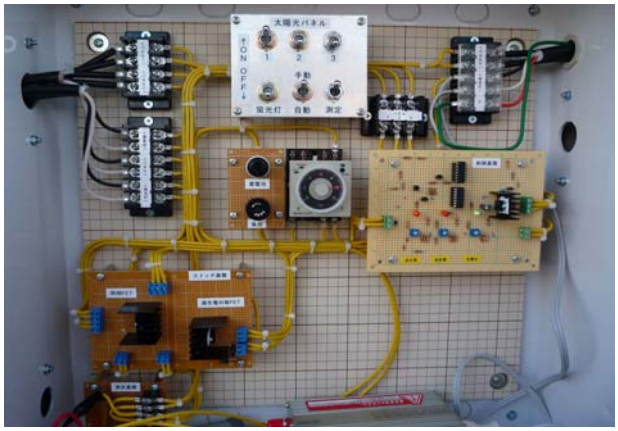

図３　制御装置内部の状況

図３に制御装置内部の組み立て状況を示す．製作では，マイコン制御実習等で身につけた基板の製作技術や電気機器組み立て実習で身に付けた盤内配線技術を生かすことができた．

3.　施工状況

図４に設置状況の写真を示す．パネルの架台は，比較的安価で入手しやすく，組み立ても容易な単管パイプを用いた．パネルの設置場所については，学校事務局の了解を得て，年間を通して日照が確保でき落ち葉などの影響がない掲示板近くの植栽スペースの一画を選んだ．架台基礎部分はパネルの風圧荷重に耐えられるよう，パイプを深さ 80cm 程度まで地中に打ち込んだ．パネルの傾斜は，積雪時に自然に落雪することを考慮しつつ，日照時間が短い冬期間に最大の発電量が得られるよう 45° の角度とした．架台の設置では構造強度的な部分の検討に苦労した．また，学生は年末の寒い中で天候の様子を見ながらの屋外作業となり，屋外電気設備工事の厳しさを体験することとなった．

照明器具を掲示板内に取り付ける際は，掲示板本体の一部を取り外して狭いスペースに取り付ける必要があった．そのため，掲示板納入者に立会いを依頼し，掲示板に傷をつけないように慎重に取り付け作業を行った．

目的のものが完成すると，そこで満足してしまうことがあるが，製作したものを卒業後も安心して長く使ってもらうために，使用者がわかりやすい取扱説明書を作成することを心掛けた．

図４　設置状況

4.　結果

4.1　充放電の状況

製作した制御装置をシステムに組み込んで試験運転したところ，過充電防止の動作電圧が基盤単独で試験した際の設定電圧より高くなってしまった．最終的に原因究明及び微調整まで至らず，蓄電池が過充電から保護され長く安定して使い続けられるように，既製品のコントローラ（Phocos 製 CXN）で代用して運用することとした．

図５が充放電により蓄電池端子電圧が変化する状況を示すグラフである．データの記録には，パソコンでのデータ使用を考えて USB 形の自動データ記録装置(LASCAR 製 EL-USB-3)を使用した．図は 2013 年 7 月 8 日から 7 月 17 日までのものであるが，日照が少ない日が続いて蓄電池電圧が徐々に下がっている．この時はパネル２枚での運

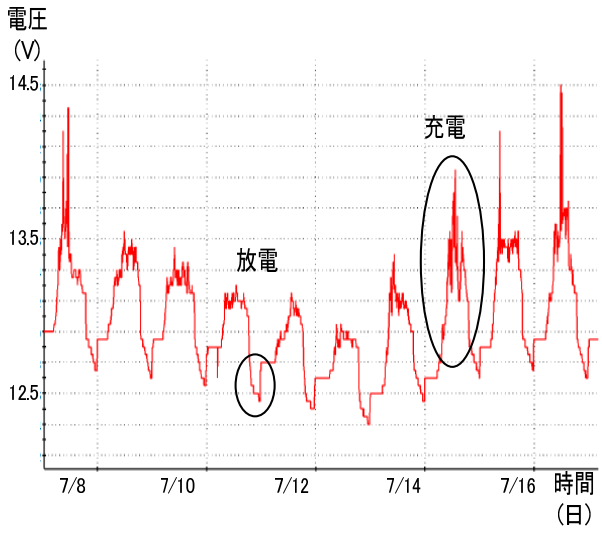

図５　蓄電池の充放電の状況

図６　照明点灯時の掲示板

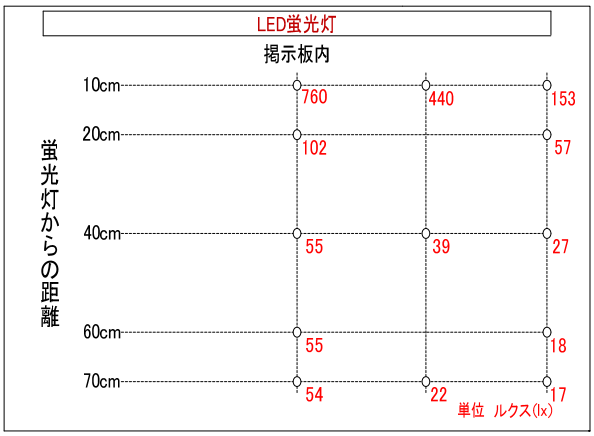

図７　掲示板の照度測定結果

用であったが，３日間の充電で過充電防止が作動するまで回復している．夏季の運用データで過充電停止の状況を見ると，３枚のパネル容量では余力があることがわかる．今後，日照時間が短い季節のデータも収集し，容量の余力について検証が望まれる．

4.2　掲示板の照度

図６が照明を点灯した状況写真である．また，板面の照度測定結果を図７に示す．明るさは十分確保され掲示板全体が見やすくなっている．また，離れた位置からでも掲示の存在が認識されやすくなり，道路を通行する人の注意を引き付ける効果も出ている．

5.　まとめ

学生は，今回の製作にあたり様々な計算を行いながら機種選定を行うことで太陽電池を使ったシステムや蓄電池についての知識を深めることができた．また，実習で身に着けた知識と技術を実際の製作で発揮することができた．ものづくりの過程において，自ら調べて考察と試行錯誤を重ねながら作業を進めることを体験し，その大変さや充実感，段取りや計画の大切さを感じたことは有意義であった．今後は，運用データの収集を続け，システムの改良や訓練教材としての活用を図っていければと考える．卒業後も使用されるものを製作するという目標は達成され，半年以上経過する現在も毎日稼働を続けている．

この掲示板は本学同窓会（産奥会）から寄贈していただいたものであるが，掲示板を通して学外の方々へも情報発信を行い，学校について理解を深めていただくことや学生確保に役立つことを期待したい．

最後に，本製作にあたり資料提供と助言をいただいたメーカーの方々に感謝申し上げます．また，卒業後も長く使用される掲示板照明を学校に残そうと製作に励んだ宮澤篤玄，村上信吾の両平成 24 年度卒業生に謝意を表します．

参考文献

1) 高田　直人：「太陽光発電による夜間照明装置の製作」，トランジスタ技術　1999 年 4 月号　CQ 出版社

2) 漆谷　正義：「作る自然エレクトロニクス」CQ 出版社

3) 岡本 洋：蓄電システムホームページ，株式会社オータムテクノロジー